

ITイノベーションプログラム・エネルギーイノベーションプログラム
「高速不揮発メモリ機能技術開発」

(2010年度～2012年度 3年間)

(事後評価)

プロジェクトの概要 (公開)

「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」

NEDO

電子・材料・ナノテクノロジー部

2013年 11月18日

1

目次

公開

I. 事業の位置付け・必要性	(NEDO)
II. 研究開発マネジメント	(NEDO)
III. 研究開発成果	(エルピーダメモリ)
IV. 実用化・事業化に向けての 見通し及び取り組み	(エルピーダメモリ)

2

事業の社会的背景と目的

公開

情報爆発

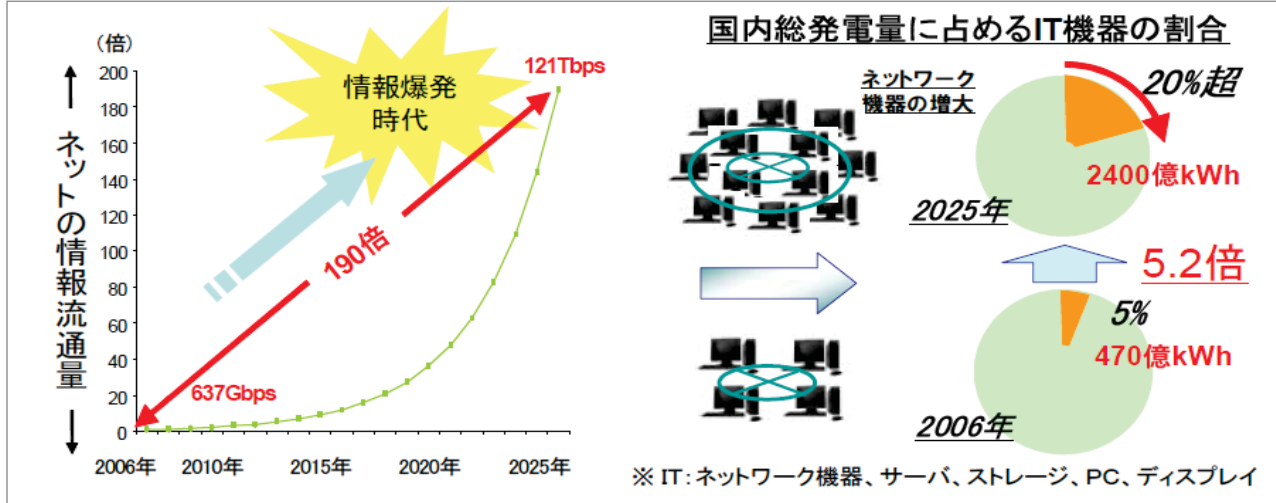
・ 情報機器の拡大普及、クラウドサービス運用開始

CO2削減

・ 情報機器の省エネ化の必要性

産業競争力強化

・ 日本の半導体および電子産業の国際競争力強化



資料: 経済産業省の情報政策について

ストレージ機器に対して革新的に高速かつ超低消費電力化の実現が重要課題

政策上の位置付け

公開

経済産業省 研究開発プログラム「ITイノベーションプログラム」および「エネルギーイノベーションプログラム」の1テーマとして実施

産業技術政策

第3期科学技術基本計画

- 継続的イノベーションを具現化するための科学技術の研究開発基盤の実現
- 革新的IT技術による産業の持続的な発展の実現
- すべての国民がITの恩恵を実感できる社会の実現

IT新改革戦略

- いつでも、どこでも、誰でも ITの恩恵を実感できる社会の実現

実行プログラム1 ITイノベーションプログラム

目的: 我が国が目指す高度情報通信ネットワーク社会の構築に向け、経済成長戦略大綱、IT新改革戦略、科学技術基本計画及び技術戦略マップ等に基づき、情報化の進展に伴うエネルギー消費量の増大等の課題にも考慮しつつ、その基盤となる情報通信機器・デバイス等の情報通信技術を開発し、実社会への利用を促進する。

● ITコア技術の革新(世界最先端デバイスの先導開発)

- ドリームチップ開発プロジェクト
- 高速不揮発メモリ機能技術開発

実行プログラム2 エネルギーイノベーションプログラム

目的: 資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的な発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。他方、エネルギー技術開発は、長期間を要するとともに大規模投資を伴う一方で将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的な取組を行うことは必ずしも容易ではない。このため、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となる。

● エネルギー基本計画(次世代省エネデバイス技術)

- 高速不揮発メモリ機能技術開発

「高度な情報通信社会の実現」「IT産業の国際競争力の強化」のため
情報技術開発分野の半導体における技術開発の一環として実施

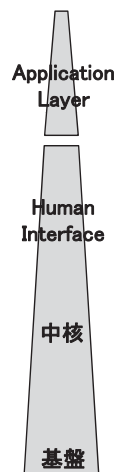
第3期中期計画(2013年-2017年)においても継承

●高度情報通信社会とそれを支える技術分野

電子政府、シミュレーション

IPを用いた各種のアプリケーション

いつでも、だれでも、どこでも(ユビキタス)



事業原簿: 6ページ

提案されている新不揮発メモリ比較表

(2010年当時)

	既存メモリ				新不揮発メモリ		
	混載SRAM	DRAM	Flash	FeRAM	STT-MRAM	PRAM	ReRAM
データ記憶	揮発	揮発	不揮発	不揮発	不揮発	不揮発	不揮発
データ保持時間	-	数μ S	10Y	10Y	10Y	10Y	10Y
書換回数	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ³ ~10 ⁶	10 ¹²	10 ¹⁶	10 ⁶	10 ⁶
書換電圧	<0.8V	>1.5V	>5V	<3V	<1V	<1V	<3V
アクセス時間	<5ns	<50ns	<50μ s	<100ns	<5ns	<100ns	<10ns
セルサイズ	<150F ²	4F ²	2F ²	>15F ²	6~14F ²	4F ²	4F ²
用途	Cashレジスタ	主記憶メモリ	補助記憶SSD	ICカード マイコン ゲーム	Cash Main	SCM Storage	SCM Storage SOC
開発推進企業 国籍及び 技術優位性	1		韓国	日本	日本	日本	日本
	2		日本	米国	米国	韓国	韓国
	3		米国	韓国	韓国	米国	米国

事業目的: 高速性と不揮発性を両立した新メモリの開発と 不揮発メモリデバイス機器アーキテクチャの実現

IT機器の膨大な電力消費に対応した革新的超低消費電力情報機器の実現

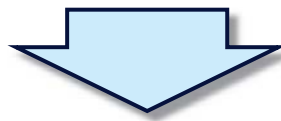
・省エネルギー、地球温暖化対策に貢献する技術

1機関だけでは、実用化まで長期間かつ高額な研究開発投資が必要なハイリスクな「技術開発プロジェクト」

・産学官の共同研究体制が有効

既存のメモリ素子を置き換える大容量、高速、高信頼、低消費電力等の要求を満たした新不揮発メモリの世界先駆的開発で日本半導体産業の活性化実現

・日本の技術知財の国際優位性、先駆的開発から早期の市場投入により、日本の産業活性化に繋がる技術



NEDOが関与すべき事業

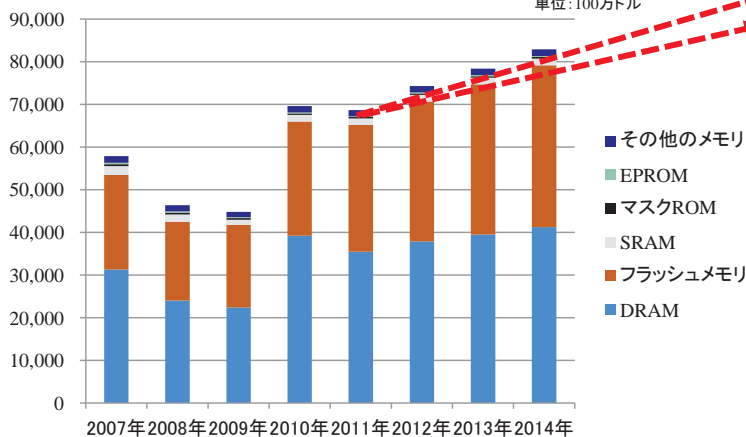
事業総額10.4億円(NEDO負担分:6.5億円)に対し、下記予測効果に寄与

- ◆ 2020年における省電力量予測 85億kWh/年
- ◆ 2020年におけるCO2削減効果予測 約350万トン/年
- ◆ 約5,200億円/年の経済効果創出(2020年度不揮発メモリ市場規模予測)

省電力量算出=従来機器総消費電力量(2020年)
× 新不揮発メモリ搭載機器採用率(2020年:10%)
× 新不揮発メモリ搭載機器の電力削減率(90%)

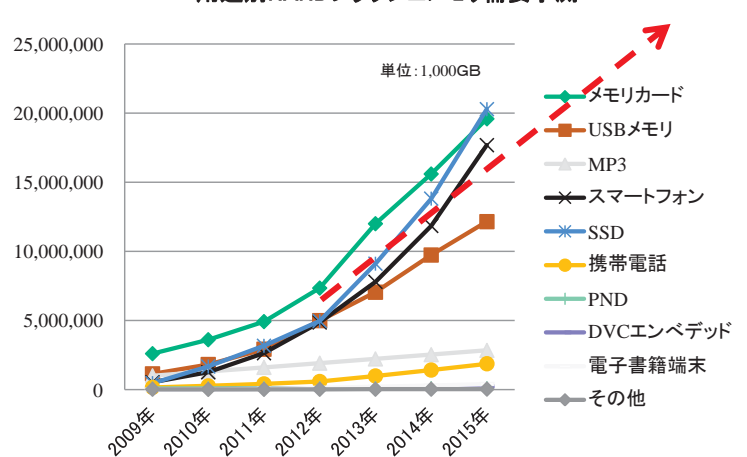
CO2=0.41kg/1kWhで換算

MOSメモリ製品市場動向 (メモリ市場における新不揮発メモリ市場 ⇒5,200億円)



出展: 電子ジャーナル 半導体データブック2011 (2011年以降は予測)

用途別NANDフラッシュメモリ需要予測 (機器搭載の新不揮発メモリチップ数 ⇒10億個)



出展: 富士キメラ総研 2010ストレージ関連市場総調査 (2011年以降は予測)

研究開発目標と根拠

公開

- ◆ 現行の揮発メモリに比較してより高速かつ大幅に消費電力を低減することが可能な不揮発メモリの物理的な基本構成を確立
- ◆ 同メモリが実用レベルに達した際の特性を予期して、その不揮発メモリがCPUをはじめとする周囲の素子間の整合をとりつつ、全体として機能するのに必要な項目を明らかにし、それらの洗い出された項目に対応して必要なシステムの構成を提示することにより、低消費電力かつ有効なモデル機器の基本構成を確立

研究開発項目	研究開発目標(最終目標)	根拠
研究開発項目① 高速不揮発メモリの開発	DRAM機能を代替できる高速不揮発メモリを開発する 1. 書き換え耐性 DRAMの書き換え耐性以上(≥10 ¹⁶ 程度) または、研究開発項目②との組み合わせにおいて実質的に適用製品の装置寿命と同等 2. 書き込み電流 50μA以下/セル 3. 容量 1Gbit以上、ないし1Gbitへの拡張可能性を示す事 4. 書き込み時間 混載メモリマクロとして、ランダム3nsec以下 (実用化目標10ns以下:off chip) 5. 動作温度上下限 0~55°Cで動作 6. その他 民生用情報機器への適用時に致命的な制約がない事	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ②不揮発アーキテクチャの仕様から、適用製品(SCM想定)の装置製品寿命を満足する書き換え耐性を設定 ➢ 現行のDRAMと同等の書き込み電流(10~50μA)より設定 ➢ 拡張性の根拠として目標設定 ➢ 書き込み時間単独の目標として、現行技術レベルの更なる高速化を目指した目標として設定 ➢ 情報通信機器での使用を前提としての目標設定 ➢ 適用製品(SCM想定)にコスト、標準規格等に課題無きことを設定
研究開発項目② 不揮発アーキテクチャの研究開発	研究開発項目①で得られたメモリを用い、現行(2010年)のアーキテクチャの消費電力に対し、プロジェクト終了年(2012年)に実質上1/10以下に削減する不揮発アーキテクチャのいずれか、または全部に関する構成事例を提供する事	現状(2010年)から不揮発アーキテクチャの低消費電力機器実用化波及後の効果が、2020年において省電力量(85億kWh/年)及びCO2削減量(350万トン/年)を実現可能とするための基本要件

不揮発メモリの特徴と適用用途

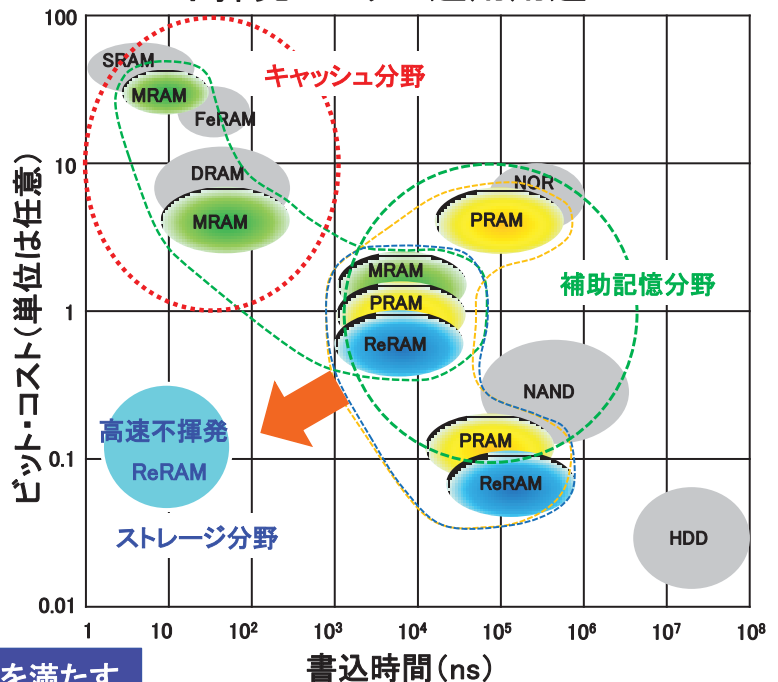
公開

代表的メモリの特性比較*

	大容量化	読出時間	書込時間	書換耐性
揮発メモリ				
DRAM	○	50 ns	50 ns	無制限
SRAM	×	1-80ns	1-80ns	無制限
不揮発メモリ				
NAND	◎	50 ns	30ms/ 64KB	>10 ³
FeRAM	△	数ns - 100ns	数ns - 100ns	>10 ¹²
MRAM	△	数ns - 50ns	数ns - 50ns	無制限
ReRAM	◎	10ns - 50ns	10ns - 50ns	>10 ⁶
PRAM	○	20-80 ns	100 ns	>10 ⁶

高速性、大容量化性、書換耐性がSCM仕様を満たす

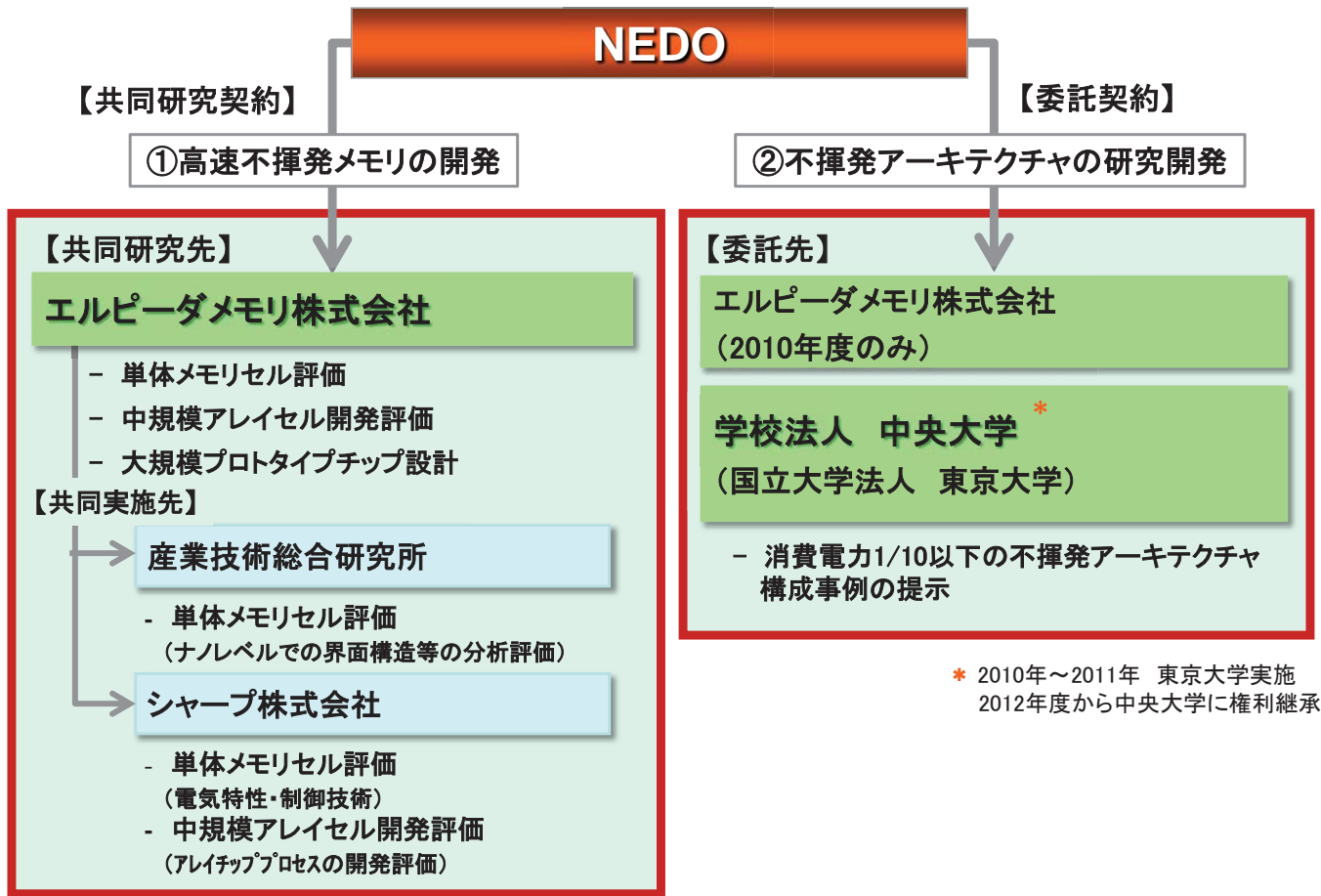
不揮発メモリの適用用途*



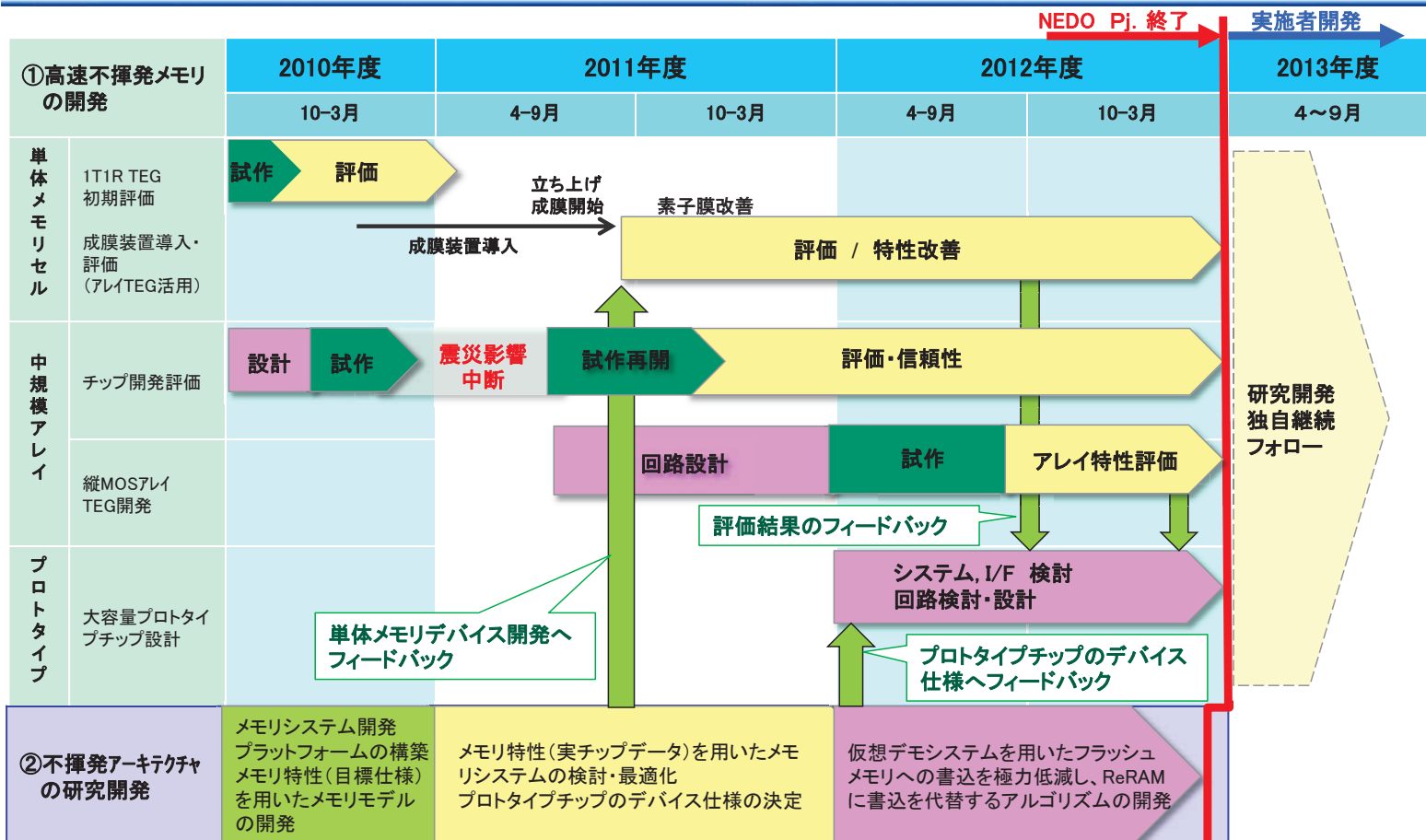
メモリービジネスの最重要キーワード ⇒ ビット・コスト低減

* 電子・情報技術分野の技術ロードマップ2009 解説書(NEDO) 日経BP社「半導体ストレージ2012資料」を基に作成

プロジェクト実施体制



研究開発スケジュール

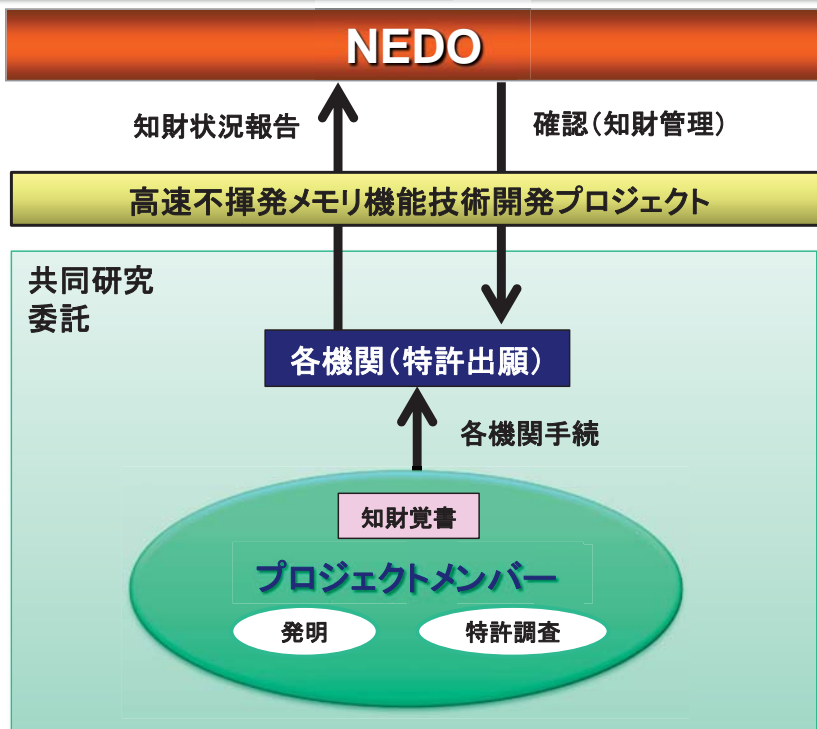


(単位: 百万円)

事業項目	契約	2010年度	2011年度	2012年度	総事業費
①高速不揮発メモリの開発	共同研究契約 (NEDO負担率: 2010年=2/3, 2011~2012=1/2)	373 (249)	427 (216)	116 (58)	916 (523)
②不揮発アーキテクチャの研究開発	委託契約 (NEDO負担率: 100%)	(48)	(29)	(49)	(126)
事業費総計		421	456	165	1,042
NEDO負担額総計		297	245	107	649

高速不揮発メモリ機能技術開発(2010年度~2012年度)
事業費総額: 10.4億円/3年

- ・ 事業化強化のため、実施者による知財の創出/権利化を推進する体制をバイドール適用で構築
- ・ プロジェクト研究開発活動で創出された知的財産の取り扱いを規定し推進



◆ 参加各社の実用化・事業化をサポートするために、共同研究契約により研究開発成果物の利用に関するルールを明確化
○ バイドール遵守事項(約款第31条第3項)の条件の遵守を約定することにより、委託研究開発から派生した発明等に係る知的財産権はすべて受託者に帰属(成果報告書、これに類する著作権を除く。)

- ① 産業財産権等の出願・登録等を行った場合はNEDOに報告すること
- ② 国の要請に応じて、公共利益のために特に必要がある場合には、NEDOに無償で許諾すること
- ③ 正当な理由なく相当期間活用していない場合において、国の要請に応じNEDOが活用を促進するために特に必要なときは、第三者に許諾すること
- ④ 第三者に移転、専用実施権の設定等する場合には、NEDOの事前承認を受けること
- ⑤ NEDOが実施する知的財産権の利用状況調査(バイドール調査)に対して回答すること(バイドール調査への協力義務化)

但し、委託先が、①~⑤のいずれかを満たしておらず、かつ正当な理由が無いとNEDOが認める場合は、NEDOに無償譲渡しなければならない。

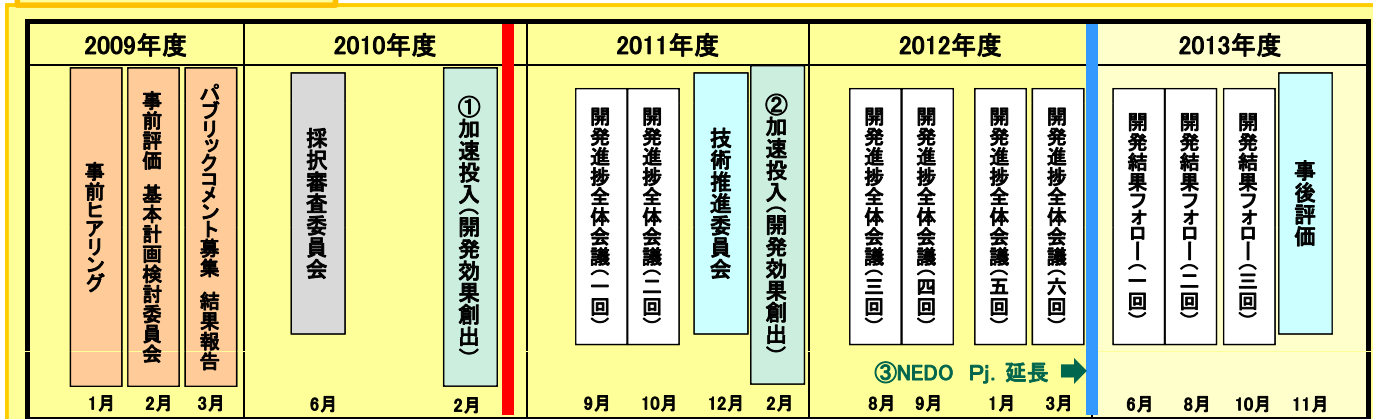
情勢変化への対応

①	◇②不揮発アーキテクチャ研究開発において、新メモリアーキテクチャ統合システム開発するために、加速メモリの過渡的特性を評価する計測装置を導入し、メモリモデルのパラメータ抽出を行う必要が生じ、開発加速投入(2010年度)	加速メモリの過渡的特性を評価する計測装置を導入し、メモリモデルのパラメータ抽出を行い、新メモリアーキテクチャ統合システム開発を0.5年前倒し(2011年2月)
②	◇②不揮発アーキテクチャ研究開発において、大容量プロトタイプ設計仕様提示を前倒しする必要が生じ、研究開発加速投入(2011年度)	不揮発メモリモデル計測装置導入し、仮想デモシステム構築を行いReRAM専用縦型MOSTランジスタ(4F ²)構造プロセス開発およびデータ処理アルゴリズムの研究開発期間を0.5年前倒し(2012年2月)
③	◇東日本大震災影響に伴い、①高速不揮発メモリの開発遅延に対応(2012年度)	エルピーダメモリ株式会社との委託事業契約のプロジェクト期間を1ヶ月間延長し、研究成果遅れ解消(2013年2月⇒2013年3月)

プロジェクト運営管理

東日本大震災

NEDO Pj. 終了



事業原簿: 13ページ

15

2011年12月に外部委員を含む技術推進委員会を開催

高速不揮発メモリの実用化に向けた技術開発指針の確認と是正

開発項目	指摘事項	対応
①高速不揮発メモリの開発	書換耐性の目標達成の指針を明確にすべき	製品開発ターゲットをSCMとして、アーキテクチャとの組み合わせで目標設定(≥10 ⁵)し、10 ⁶ 以上の書換耐性を得た。(研究成果に反映)
	動作メカニズムの解明と信頼性を確認すべき	測定結果と物理分析結果を基にした動作モデルの構築とそれに基づく改善を推進し、信頼性はフィールドリリース可能レベルを確認した。(研究成果に反映)
	On/Off比向上, 抵抗値差マージン拡大策を検討すべき	材料・構造の最適化を行い、単体メモリセルを使った短TAT評価にて、On/Off比向上, 抵抗値差マージン拡大を図った。(研究成果に反映)
	他不揮発メモリのベンチマークと勝ち残り戦略を検討すべき	高速書き込みの利点を活かして最適な市場に早期に参入するべく他不揮発メモリベンチマークを行い戦略策定した。(実用化・事業化計画に反映)
②不揮発アーキテクチャの研究開発	波及効果の説明をすべき	エンタープライズサーバー、クラウドストレージなどSCM以外の様々なアプリケーションへ展開した。
	ReRAM特有のデバイス特性を反映した回路設計技術の階層への貢献を説明すべき	システムレベルでの性能を劣化させることなく、低電力、高信頼性を実現する書き込み・センス方式を開発した。

事業原簿: 13ページ

16

- ◆ NEDOプレスリリース(2010.07.12)
 - ・新規メモリ開発プロジェクトをスタート
 - －携帯情報機器の消費電力を1/10以下に－

- ◆ CEATEC2011(2011.10.06)
 - ・NEDOブースにて技術展示
 - ・Green IT Symposium 2011にて技術説明
 - －ポストムーアを目指したNEDO戦略－

